

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-5844

(P2005-5844A)

(43) 公開日 平成17年1月6日(2005.1.6)

(51) Int. Cl. 7

H04N 7/32

F1

H04N 7/137

Z

テーマコード(参考)

5C059

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2003-164908 (P2003-164908)
(22) 出願日 平成15年6月10日 (2003. 6. 10)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(74) 代理人 100075513
弁理士 後藤 政喜
(74) 代理人 100084537
弁理士 松田 嘉夫
(74) 代理人 100114236
弁理士 藤井 正弘
(72) 発明者 鈴木 芳典
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72) 発明者 木村 淳一
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

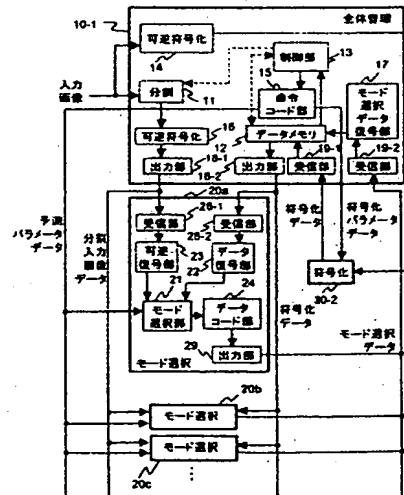
(54) 【発明の名称】 計算装置及び符号化処理プログラム

(57) 【要約】

【課題】複数の計算リソースを用いて分散的に符号化処理する動画データの符号化技術に関する。

【解決手段】複数の計算リソースに接続され、前記複数の計算リソースと共に動画データの符号化演算を行う動画符号化装置であって、入力された動画を構成する画像データを複数の領域に分割する領域分割部11と、前記分割された領域毎の予測モード選択処理を他の計算リソースに割り当てる制御部13と、前記割り当てに従って、分割された領域の画像データを接続される計算リソースに出力する領域データ出力部18-1と、前記計算リソースで選択された予測モード情報を受信する予測モード受信部19-2と、前記選択された予測モードを用いて符号化した画像データを受信する画像データ受信部19-2と、を有し、接続される複数の計算リソースと協調して動画データの符号化を行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の計算リソースに接続され、前記複数の計算リソースと共に動画像の符号化演算を行う動画符号化装置であって、
入力された動画像を構成する画像データを複数の領域に分割する領域分割部と、
前記分割された領域毎の予測モード選択処理を接続される複数の計算リソースに割り当てる制御部と、
前記割り当てに従って、分割された領域の画像データを前記計算リソースに出力する領域データ出力部と、
前記計算リソースで選択された予測モード情報を受信する予測モード受信部と、
前記選択された予測モードを用いて符号化された前記画像データを受信する画像データ受信部と、を有することを特徴とする、接続された複数の計算リソースと協調して動画像の符号化演算を行う動画符号化装置。

10

【請求項 2】

前記選択された予測モードを用いて前記画像データの符号化処理を行う符号化部を備え、
前記画像データ受信部は、前記符号化部で符号化された画像データを受信することを特徴とする請求項 1 に記載の動画符号化装置。

【請求項 3】

前記領域分割部は、前記受信した動画像をマクロブロックに分割することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の動画符号化装置。

20

【請求項 4】

前記領域データ出力部は、画像の予測モードを選択するモード選択部が設けられた他の前記計算リソースに、前記分割された領域の画像データを符号化して出力することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載の動画符号化装置。

【請求項 5】

前記符号化された画像データをビットストリーム形式で、動画像の予測モードを選択するモード選択部が設けられた他の前記計算リソースに出力する符号化データ出力部を備えることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一つに記載の動画符号化装置。

【請求項 6】

前記領域データ出力部は、前記分割された領域の画像データを、可逆の符号化方式によって符号化して出力することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一つに記載の動画符号化装置。

30

【請求項 7】

複数の計算リソースに接続され、前記複数の計算リソースと共に動画像の符号化演算を行う動画符号化装置であって、
動画像を構成する画像データを分割した領域のデータを受信する領域データ受信部と、
前記領域毎に予測モードを選択するモード選択部と、
選択された予測モード情報を出力する予測モード選択データ出力部と、
前記分割された領域を含むフレームの符号化データを受信する符号化データ受信部と、
前記受信した符号化データを復号するデータ復号部と、
前記復号された画像データを保存する記憶部と、を有することを特徴とする、複数の計算リソースと協調して動画像の符号化演算を行う動画符号化装置。

40

【請求項 8】

全体管理部を含む複数の計算リソースを用いた動画像の符号化演算を実行するための符号化処理プログラムであって、
符号化の対象となる動画像を構成するフレームを分割した領域毎に設定された予測パラメータを前記全体管理部から受信する手順と、
前記各計算リソースに割り当てられた領域の画像データを前記全体管理部から受信する手順と、
前記受信した画像データを用いて前記分割された領域毎に該領域内のマクロブロックの予

50

測モードを選択する手順と、
前記予測モードとして選択されたモード選択データを前記全体管理部に通知する手順と、
前記領域を含む画像の符号化データを前記全体管理部から受信する手順と、を実行させる
符号化処理プログラム。

【請求項 9】

前記分割された領域を含む画像の符号化データを受信して、該符号化データを復号して参
照画像として記憶する手順と、
前記参照画像を用いて、その後の予測モードを選択する手順と、を実行させる請求項 8 に
記載の符号化処理プログラム。

【請求項 10】

複数の計算リソースに動画像の符号化演算を実行させるための符号化処理プログラムであ
って、

全体管理を行う計算リソースと、予測モード選択処理を行う複数の計算リソースとを割り
当てる手順と、

前記モード選択処理を行う複数の計算リソースが次の符号化処理の対象となるマクロブロ
ックを受信する手順と、

前記予測モード選択処理を行う複数の計算リソースが、保存されている参照画像に対して
第 1 のモード選択処理を実行する手順と、

前記全体管理を行う計算リソースに前記第 1 のモード選択処理の結果を送信する手順と、

前記全体管理を行う計算リソースが前記参照画像の選択を含む第 2 のモード選択処理を実
行する手順と、

複数の前記モード選択処理を行う計算リソースに前記第 2 のモード選択処理の結果を送信
する手順と、

複数の前記モード選択処理を行う計算リソースの少なくとも一部が、符号化データを受信
する手順と、を実行させる符号化処理プログラム。

【請求項 11】

前記計算リソースは、メモリを備えた複数のプロセッサによって構成され、

前記全体管理を行う計算リソースは、前記プロセッサのうちのいずれか一つに割り当てら
れることを特徴とする請求項 10 に記載の符号化処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の計算リソースを用いて分散的に符号化処理する動画像データの符号化技
術に関する。

【0002】

【従来の技術】

複数の計算リソース（例えば、コンピュータ、プロセッサ、CPU等）を用いて動画像を
リアルタイムで符号化（主にMPEG-2符号化）する方法が知られている。

【0003】

例えば、入力画像を複数の画像に領域分割し、それらを複数の計算機にて並列符号化する
方法がある。これは、全体を制御する 1 個のコンピュータと、符号化処理を行う複数のコ
ンピュータとによって構成されており、全体を制御するコンピュータが、符号化処理を行
う複数コンピュータのデータ入出力同期（画像の入力と符号化データの出力）及び符号化
性能（符号化レート）を制御する（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0004】

また、複数ブロックの符号化処理を複数のプロセッサにて並列して行う方法もある。これ
は、並列処理が可能な動き予測と逐次的な処理が必要な符号化処理との特徴を利用するこ
とによって、ブロックの符号データ出力順を考慮しながら、出力プロセッサの処理待ち時
間を少なくするように各プロセッサの処理進捗を管理する（例えば、特許文献 2 参照。）

10

20

30

40

50

【0005】

この動画像の符号化方式には、多くの予測モードを持つ符号化方式であるAVC (Advanced Video Coding) が知られている。このAVCでは、動画像の1ピクチャは、図21に示すように1個の輝度信号(Y信号: 61)と2個の色差信号(Cr信号: 62、Cb信号: 63)とで構成されており、色差信号の画像サイズは縦横とも輝度信号の1/2となる。動画像の各ピクチャはブロック分割され、ブロック単位で符号化される。この小ブロックは、マクロブロックと呼ばれ、図22に示すように16×16画素の1個のY信号ブロック45と、それと空間的に一致する8×8画素のCr信号ブロック46及びCb信号ブロック47にて構成されている(例えば、非特許文献1参照。)

10

【0006】

ここで、上記AVCを用いた従来の動画符号化装置について、図23のブロック図を参照して説明する。

【0007】

入力された各ピクチャはブロック分割部101にて入力マクロブロックに分割される。分割された入力マクロブロックは、差分処理部103に入力される。差分処理部103は、入力マクロブロックと空間予測部又は動き補償部で生成された予測マクロブロックとの各画素に差分処理を施し、差分マクロブロックを出力する。差分マクロブロックは、離散コサイン変換(DCT)部104に入力され、複数のDCTブロックに周波数変換される。なお、DCTブロックのサイズは、従来のMPEG方式では8×8画素であるが、AVCでは4×4画素が基本サイズである。

20

【0008】

DCT部104は、差分マクロブロックを、まず図24に示すような24個の4×4画素ブロック(40-1~40-15、41-0~41-3、42-0~42-3)に分割し、それぞれについてDCT変換される。次に、各4×4DCTブロックの直流成分のみを集めたDCブロック(40-16、41-4、42-4)を信号成分毎に構成し、さらにDCT変換する(輝度信号成分については、予測モードによって、DCブロックへのDCT変換を行う場合と行わない場合とがある)。DCTブロック内の各変換係数は量子化部105に入力される。

30

【0009】

量子化部105は、制御部102から入力された量子化パラメータに従って各DCTブロック内の変換係数を量子化する。このときの量子化パラメータはAVCでは52種類用意されており、値が小さいほど量子化精度が高い。

【0010】

量子化されたDCT係数は、可変長符号化(VLC)部106に入力され、符号化(コード化)される。またこれと同時に、量子化DCT係数は逆量子化部107に入力される。逆量子化部107では、制御部102から入力される量子化パラメータに従って量子化されたDCT係数を逆量子化することで得たDCT係数からDCTブロックを復元する。復元されたDCTブロックは逆DCT部108にて、差分マクロブロックに復元される。復元された差分マクロブロックは、予測マクロブロックと共に加算部109に入力される。

40

【0011】

差分処理部103は、復元された差分マクロブロックと予測マクロブロックの各画素に加算処理を施し、再生マクロブロックを生成する。この再生マクロブロックは、さらに予測処理に用いるためフレームメモリ110に合成される。

【0012】

上記の逆量子化部107、逆DCT部108、加算部109で行われる一連の処理は「局所復号」と呼ばれる。この局所復号には、復号側と同様の再生マクロブロックを生成する能力をもつ必要がある。

【0013】

なお、AVCにおける符号化方法には、可変長符号化の他に算術符号化も用意されている

50

。本明細書では可変長符号化を例に説明するが、これを算術符号化に置き換えても同様に本発明を実施することができる。

【0014】

次に、予測マクロブロックを生成するための予測方法、予測タイプについて説明する。

【0015】

予測方法には、大きく分けて2種類あり、それぞれ、空間予測（イントラ予測）、フレーム間予測（インター予測）と呼ばれる。

【0016】

イントラ予測は、フレーム内の符号化済み画素を用いて、マクロブロック内の画素を予測する方法である。AVCには、予測を行う単位として2種類のブロックサイズが用意されており、それぞれ、 4×4 イントラ予測と 16×16 イントラ予測と呼ばれている。さらに、 4×4 イントラ予測には9種類、 16×16 イントラ予測には4種類の指向性の異なる予測タイプが用意されており、マクロブロック毎（ 4×4 イントラ予測では、 4×4 ブロック毎）に選択できる。

【0017】

図25に 4×4 イントラ予測に用いる符号化済み隣接画素を示す。各モードの算出式はモード0からモード8の9種類があり、一つのモードで2種類以上の算出式が用意されている場合には画素位置により適用する算出式が異なる。

【0018】

16×16 イントラ予測では、予測に用いる画素は、マクロブロックに隣接する符号化済み画素となる。なお、ここで示した 16×16 イントラ予測及び 4×4 イントラ予測が適用されるのは、マクロブロックの輝度成分のみであり、色差成分については、別途4種類の予測モードが用意されており、マクロブロック単位で選択される。

【0019】

インター予測には、符号化済みのピクチャ内の画素を用いてマクロブロック内の画素を予測する方法であり、1枚のピクチャのみを予測に用いるPタイプと2枚のピクチャを予測に用いるBタイプがある。

【0020】

このインター予測の基本となる動き推定、動き補償の概念について、図26を例に説明する。動き推定とは、符号化済みのピクチャ（参照ピクチャ）から対象マクロブロックの内容と似通った部分を検出する技術である。太枠で囲んだ現ピクチャ71の輝度成分ブロック72と空間的に同位置に相当する参照ピクチャ73上の輝度成分ブロック74を破線で示す。動き推定では、まず、輝度成分ブロック74を囲む探索範囲77を設定する。次に、この範囲内を1画素ずつ縦横に移動しながら探索し、評価値が最小となる位置をそのブロックの予測位置とする。評価値の算出には、ブロック内の予測誤差信号の絶対値和、又は2乗誤差和に動きベクトルの符号量を加味した関数を用いる。

【0021】

動きベクトルとは、元のブロック位置から探索位置までの移動量をベクトルで示したものである。たとえば、輝度ブロック74の探索位置をブロック75とすると、76が動きベクトルとなる。なお、AVCでは、動きベクトルの精度は $1/4$ 画素であり、整数精度で探索を行った後、その周囲の $1/2$ 画素と $1/4$ 画素を検索する必要がある。一方、動き補償は、動きベクトルと参照ピクチャから予測ブロックを生成する技術である。例えば、72を予測対象ブロック、76を動きベクトルすると、75が予測ブロックとなる。

【0022】

Pタイプにおける動き補償のブロックサイズを図27に示す。基本のマクロブロックタイプは51～54に示す4種類であり、マクロブロック毎に選択する。さらに、 8×8 ブロックを選択した場合には、各 8×8 ブロックについて、54a～54dに示す4種類のサブブロックタイプから選択する。AVCでは、参照ピクチャとして複数のピクチャ（通常1～5個程度）を用意し、基本マクロブロックタイプ内の各分割ブロック（51-0、52-0～52-1、53-0～53-1、54-0～54-3）毎にどの参照ピクチャを

予測に用いるかを選択できる。

【0023】

Bタイプにおいても選択可能な動き補償のブロックサイズは、同様であるが、基本マクロブロックタイプ内の各分割ブロック（51-0、52-0～52-1、53-0～53-1、54-0～54-3）毎に、予測の種類（参照ピクチャの数と方向）を選択できる。具体的には、複数の参照ピクチャ（通常1～5個程度）を登録した2種類の参照ピクチャリスト（リスト1とリスト2）を用意し、リスト1（Forward予測）、リスト2（Backward予測）あるいはリスト1とリスト2の両方（bi-predictive予測）の3通りから予測の種類を選択できる。予測に使用する参照ピクチャも、各リストについて、基本マクロブロックタイプ内の分割ブロック毎に選択できる。なお、bi-predictive予測では、2つの予測候補ブロック内の各画素を内挿処理して、予測ブロックを生成する。Bタイプでは、さらに、16×16ブロックと8×8サブブロックに対して、Direct予測と呼ばれる予測タイプが用意されている。この予測タイプでは、符号化済みの情報からそのブロックの参照ピクチャ、予測の種類、動きベクトルが自動的に算出されるため、これらの情報を符号化する必要がない。

【0024】

以上のようにして選択された予測タイプは空間予測部115又は動き補償部116に入力され、この予測タイプとフレームメモリ内の符号化済み周囲画素又は参照ピクチャとによって予測マクロブロックが生成される。

【0025】

【特許文献1】

特開2000-261797号公報

【特許文献2】

特開2000-30047号公報

【非特許文献1】

“Draft Text of Final Draft International Standard for Advanced Video Coding (ITU-T Rec. H. 264 | ISO/IEC 14496-10 AVC)”, [online], 2003年3月、インターネット<URL: http://mpeg.telecomitalia.com/working_documents/mpeg-04/avc/avc.zip>

【0026】

【発明が解決しようとする課題】

従来の多くの予測モードを持つ符号化方式は、あらゆる性質の画像領域に対応しており、高画質な再生画像を提供することが可能である。しかしながら、高画質を維持し、かつ効率良く符号化するためには、予測モードの選択に多くの時間を必要とする。この問題を解決する方法としては、複数の計算リソースを用いて分散的に符号化処理する方法が考えられる。分散的に符号化する方法としては従来の技術に示したような構成が開示されているが、計算リソース間のデータ交換の単位や種類が制限されており、自由度に乏しい。例えば、特許文献1では各計算リソースに割り当てられた領域を跨ぐ予測処理やピクチャ全体の画質制御が難しい。また、特許文献2ではマクロブロック間の処理量制御やピクチャ全体の画質制御が難しい。そのため、画像の特徴変化に対応した適応的な処理ができない。

【0027】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の問題点を解決するためになされたものであり、複数の計算リソースに接続され、前記複数の計算リソースと共に動画像の符号化演算を行う動画符号化装置であって、入力された動画像を構成する画像データを複数の領域に分割する領域分割部と、前記分割された領域毎の予測モード選択処理を他の計算リソースに割り当てる制御部と、前記割り当てに従って、分割された領域の画像データを接続される計算リソースに出力する領域データ出力部と、前記計算リソースで選択された予測モードを受信する予測モード受信部

と、前記選択された予測モードを用いて符号化された画像データを受信する画像データ受信部とを有し、接続される複数の計算リソースと協調して動画画像の符号化処理を行う。

【0028】

すなわち、本発明の動画符号化装置異なる計算リソースに割り当てられた領域を跨ぐ予測処理を省略することが可能であり、かつ並列処理が可能な予測モード選択処理を全体の処理から切り離し複数の計算リソースに割り当てる。そして、全体的な画質バランスを保つ必要があり、処理順序が規定されている符号化処理を単一の計算リソースに割り当てる。

【0029】

また、ピクチャ単位で符号化データを予測モード選択処理用の複数の計算リソースに分配する構成とする。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0031】

本発明では、高画質化のために多くの演算時間を要する「動き検索」及び「モード選択処理」を複数の計算リソースに割り当てて並列分散処理する。従来の技術で示した動き検索、モード選択処理時の差分動きベクトル符号量、差分マクロブロックの推定符号量、すなわち、予測動きベクトルと量子化パラメータとは、実際の符号化時と同じである必要はない。そのため、予測動きベクトル選定時の候補動きベクトルが他の計算リソースに割り当てられた画像領域に属している場合や、モード選択時と符号化時で異なる量子化パラメータ制御が行われても、モード選択結果（予測タイプ、参照ピクチャ番号、動きベクトル）は活用することができる。これは、異なる画像領域の動き検索とモード選択処理を並列に実施することが可能であることを意味している。

【0032】

また、本発明では、計算リソース間のデータ交換を円滑に行うため、交換データを圧縮してからネットワークやバスに送る。参照ピクチャや参照情報など予測に使用するデータは符号化データの形式で、入力画像は可逆圧縮したデータの形式で、モード選択情報や予測処理／符号化処理のパラメータも可逆圧縮したデータ形式でデータの交換を行う。データ送信側はデータを圧縮する手段、データ受信側では圧縮したデータを復号する手段が必要となるが、データの復号に要する時間は、モード選択処理の時間に対して無視できるほど小さいので、データ圧縮に簡易な方式を用いれば処理時間としては問題にならない。

【0033】

なお、帯域幅が十分に広い場合はデータの圧縮を行わずにデータを交換することもできる。

【0034】

まず、第1の実施の形態の動画符号化装置について説明する。

【0035】

第1の実施の形態では、符号化の処理を、制御部、モード選択処理部（空間予測推定、動き推定、モード選択）、符号化部（動き補償部、空間予測部、DCT部、量子化部、VLC部）、局部復号部（逆量子化部、IDCT部、動き補償部、空間予測部、フレームメモリ）の4つに大分する。そして、制御部と符号部とに各々1つの計算リソース、モード選択処理部に複数の計算リソースをそれぞれ割り当てる。局部復号部は、符号化データから参照ピクチャと参照情報を抽出する処理を行うもので、すべての計算リソースに含まれる。

【0036】

図1は第1の実施の形態の動画符号化装置の構成を示したブロック図である。図1では、全体管理部10-1と符号化部30-2とにそれぞれ1つの計算リソース、モード選択処理部20a、20b、20c…のそれぞれに複数の計算リソースが割り当てられている。

【0037】

全体管理部10-1では、まず、画像データが入力されると、制御部13の指令に基づき

、分割部 11 によって入力画像を分割する。

【0038】

この分割の方法としては、図 2 に示すような 3 種類の方法がある。

【0039】

図 2 (a) は、スライス単位で計算リソースを分割する方法であり、図の左上から右下に向かって帯状のデータであるスライスに分割する。スライスを跨ぐ予測が禁止されているため、予測処理等のアルゴリズムとの整合性は高い。図 2 (b) は画像の特徴で分割する方法であり、画像内の特定の領域を抜き出して分割する。予測処理等のアルゴリズムとの整合性は低い、量子化パラメータは制御しやすい。図 2 (c) は、画像をマクロブロックに分割し、マクロブロック単位で順次各計算リソースに割り当てていく方法である。図 2 (c) の P1~P3 はそれぞれ計算リソースを表し、処理が完了した計算リソースは次のマクロブロックの処理を行う。図 2 (a)、(b) における分割位置の決定は、各計算リソースの演算パワーや画像の特徴やアクティビティによって、制御部 13 にて決定される。

【0040】

分割部 11 にて分割された入力画像は、可逆符号化部 16 にて符号化され、分割入力画像データとして出力部 18-1 を経由して各モード選択処理部 20 に出力される。可逆符号化の方法についてはさまざまな方法があり、AVC のイントラ予測に定義されているような予測タイプをいくつか用意し各画素の差分値を PCM で符号化する方法、JPEG2000 のロスレス符号化などが用いられる。この出力部 18-1 を経由して可逆符号化部 16 から各モード選択処理部 20 に領域に分割された画像データが出力されることによって領域データ出力部が構成されている。

【0041】

なお、なお可逆符号化部 16 によって行われる符号化は可逆でなくてもよい。可逆でない符号化方式を用いた場合は、出力するデータの量を減らすことができる。

【0042】

制御部 13 は、分割入力画像データを出力すると同時に、各モード選択処理部 20 に配信するための予測パラメータを作成する。この予測パラメータは、動き検索及びモード選択処理を行うためのパラメータで、推定符号量を算出するための仮量子化パラメータ、制約情報等が含まれる。制約情報には、ピクチャタイプ (ピクチャヘッダ、スライスヘッダ、シーケンスヘッダ)、探索範囲、選択を禁止する予測タイプ、符号量を誤差電力に換算する際のパラメータ、目標符号量等が含まれる。なお、仮の量子化パラメータは、目標符号量と各画像領域の特徴を考慮して決定される。

【0043】

予測パラメータは、命令コード部 15 にて可逆符号化されたのち、予測パラメータデータとして各モード選択処理部 20 に出力される。

【0044】

各モード選択処理部 20 には、分割入力画像データ、予測パラメータデータ、及び前ピクチャの符号化データが入力される。そしてモード選択処理部 20 は、分割入力画像データに属するマクロブロックについて、モード選択情報 (予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ番号、推定符号量、量子化パラメータなど) を検出し、モード選択データに圧縮した上で全体管理部 10-1 に出力する。この際の圧縮方法にはさまざまな方法があるが、例えば、AVC にて定義されている可変長符号表を適用した可変長符号化を用いる。

【0045】

各モード選択処理部 20 から出力されるモード選択データは全体管理部 10-1 に出力される。全体管理部 10-1 は、受信部 19-2 を経由してモード選択データを受信すると、受け取ったモード選択データを復号部 17 にてモード選択情報に復号し、データメモリ 12 に保存する。この受信部 19-2 を経由してモード選択部 20 からモード選択データを受信することによって予測モード受信部が構成されている。

【0046】

次に、制御部13は、データメモリ12に保存されたモード選択情報から、推定符号量や量子化パラメータを抽出し、符号化時における各マクロブロックの量子化パラメータを選定する。この際、量子化パラメータは、推定符号量とターゲット符号量のズレ具合を考慮しながら、ピクチャ内の平坦部で大きな変化が発生しないように選択される。選定された量子化パラメータは予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ、制約情報と共に符号化パラメータとしてマクロブロック毎にまとめられる。制約情報には、ピクチャタイプ（ピクチャヘッダ、スライスヘッダ、シーケンスヘッダ）や量子化器の設計パラメータ（符号化を行わない量子化DCT係数値の範囲など）などが含まれる。

【0047】

各マクロブロックの符号化パラメータは、命令コード部15にて符号化順に符号化パラメータデータに圧縮され、随時、符号化部30-2に出力される。なお、符号化パラメータデータへの圧縮方法には、例えば可変長符号化が用いられる。また、符号化パラメータのデータ単位としては、複数マクロブロックの符号化パラメータをまとめることも可能である。

【0048】

そして、全体管理部10-1は、入力画像を可逆符号化部14にて符号化し、符号化部30-2に出力する。この際の可逆符号化の方法は、前述したようにAVCのイントラ予測に定義されているような予測タイプをいくつか用意し各画素の差分値をPCMで符号化する方法、JPEG2000のロスレス符号化等を用いる。符号化部30-2では、符号化データを生成し、全体管理部10-1に出力する。全体管理部の受信部19-1を経由して入力された符号化データはデータメモリ12に保存される。この受信部19-1によって、符号化部30-2から出力された符号化された画像データを受信することによって、画像データ受信部が構成されている。

【0049】

また、データメモリ12に保存された符号化データは出力部18-2を経由して各モード選択部20に出力される。この出力部18-2を経由してデータメモリ12から符号化データが出力されることによって符号化データ出力部が構成されている。

【0050】

以上で動画の符号化処理が完了する。

【0051】

次に、第1の実施の形態の符号化部30-2の構成を図3のブロック図を参照して説明する。

【0052】

符号化部30-2には、全体管理部10-1より可逆符号化された入力画像データと符号化パラメータデータとが入力される。入力画像データは可逆復号部33で復号化され、符号化パラメータデータはデータ復号部32で復号化される。可逆復号部33は、さらに復号化された入力画像データを入力マクロブロックに分割して符号化順に差分処理部103に入力する。

【0053】

また、データ復号部32で復号化された符号化パラメータのうち、量子化パラメータと量子化器の設計パラメータとは量子化部105に入力され、ピクチャタイプ、予測タイプ、参照ピクチャ番号、動きベクトル、はそれぞれスイッチャ114に入力される。

【0054】

差分処理部103は、入力マクロブロックと、空間予測部115又は動き補償部116によって生成された予測マクロブロックとを受け取り、両マクロブロックの各画素毎に差分処理を行って差分マクロブロックを生成し、DCT部104に送る。DCT部104では、差分マクロブロックに周波数変換を行い複数のDCTブロックを生成する。このDCTブロックは量子化部105に送られる。

【0055】

量子化部105ではDCTブロック内の各変換係数を量子化した量子化DCT係数を生成

する。この量子化DCT係数はVLC部106に送られ、符号化される。またこれと同時に量子化DCT係数は逆量子化部107に送られる。逆量子化部107では量子化DCT係数の逆量子化を行いDCT係数を生成しDCTブロックを復元する。復元されたDCTブロックは逆DCT部108に送られ差分マクロブロックに復元される。復元された差分マクロブロックは、空間予測部115又は動き補償部116によって生成された予測マクロブロックと共に加算部109に送られる。

【0056】

加算部109では、差分マクロブロックと予測マクロブロックとの各画素の加算処理を行い再生マクロブロックを生成する。生成された再生マクロブロックはフレームメモリ110に格納される。

【0057】

また、符号化パラメータデータから復号化して抽出した予測タイプは、スイッチャ114を介して空間予測部115又は動き補償部116に入力される。空間予測部115又は動き補償部116では選択された予測部タイプと、フレームメモリに格納された復号済み周囲画素、又は参照ピクチャから予測マクロブロックを生成し差分処理部103に送る。

【0058】

なお、量子化部105に入力される量子化器の設計パラメータは、例えば、DCT係数値を量子化DCT係数に量子化する際の量子化値を‘0’とする範囲の設定などに用いられる。

【0059】

次に、第1の実施の形態のモード選択処理部20の構成を図4のブロック図を参照して説明する。

【0060】

このモード選択処理部20は、全体管理部10-1より入力された分割入力画像データ、予測パラメータデータ及び符号化データから、各マクロブロックのモード選択情報（予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ番号、推定符号量、量子化パラメータなど）を作成し、さらにこれらを圧縮してモード選択データとして全体管理部103に出力する処理を行う。

【0061】

受信部28-2を経由して入力された符号化データは、データ復号部22によって再生画像と各マクロブロックの参照情報（予測タイプ、参照ピクチャ番号、動きベクトル）と共に復号処理される。復号された再生画像は参照ピクチャとしてフレームメモリ110に格納され、復号された各マクロブロックの参照情報は、予測処理に用いるため動き推定部112と空間予測推定部111とに送られ、登録される。この受信部28-2を経由してデータ復号部22に符号化データが入力されることによって符号化データ受信部が構成されている。

【0062】

受信部28-1を経由して入力された分割入力画像データは、可逆復号部23にて分割入力画像に復号される。復号された分割画像はブロック分割部25によって入力マクロブロックに分割される。この受信部28-1を経由して、可逆復号部23に、領域に分割された画像データが入力され、復号されることによって領域データ受信部が構成されている。

【0063】

入力された予測パラメータデータは、予測データ復号部26にて各マクロブロックの予測パラメータに復号される。空間予測推定部111と動き推定部112は、後述するように予測パラメータに従って各候補予測タイプの予測候補マクロブロックと評価値（予測誤差電力と推定符号量から算出）を求める。予測パラメータには、画像の特徴などを考慮して全体管理部（10-1又は10-2）内の制御部13にて決定された推定符号量を算出するための仮量子化パラメータや制約情報（ピクチャタイプ、割り当て領域、探索範囲、選択を禁止する予測候補タイプ、符号量を誤差電力に換算する際のパラメータ、目標符号量）等が含まれている。空間予測推定部111及び動き推定部112によって求めた予測候

補マクロブロック及び評価値はモード選択部に送られ後述するように予測タイプを選択する。そして、選択した予測タイプを含むモード選択情報（予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ番号、推定符号量、量子化パラメータなど）をデータコード部24に出力する。データコード部24は、このモード選択情報をモード選択データに圧縮し、出力部29を経由して全体管理部10-1に出力する。この出力部29を経由してモード選択データが全体管理部10-1に出力されることで予測モード選択データ出力部が構成されている。

【0064】

次に、データ復号部22の内部構成を図5のブロック図を参照して説明する。

【0065】

全体管理部10-1から入力された符号化データは、VLD部221にて復号して、量子化パラメータ、量子化DCT係数、予測情報に分離する。量子化パラメータと量子化DCT係数とは逆量子化部107に入力され、予測情報（予測タイプ、参照フレーム番号、動きベクトル）はスイッチ114に入力される。なお、このとき、予測情報はモード選択処理部20の動き推定部111及び空間予測推定部112に対しても出力される。

【0066】

スイッチ114では、受け取った選択された予測タイプに従って予測情報（予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ番号）を、空間予測部115又は動き補償部116のいずれかに出力するかを決定する。空間予測部115又は動き補償部116では、選択された予測タイプ及びフレームメモリ（記憶部）110内の復号済み周囲画素若しくは参照ピクチャから予測マクロブロックを生成し、加算処理部109に出力する。

【0067】

また、逆量子化部107と逆DCT部108とで差分マクロブロックを復元し、加算処理部109に出力する。加算処理部109は、予測マクロブロックと復号された差分マクロブロック内の画素とをそれぞれ加算処理し、復号マクロブロックを復元する。復号マクロブロックはモード選択部20のフレームメモリ110内の再生画像に合成される。

【0068】

次に、予測マクロブロックの生成方法について説明する。

【0069】

従来の技術で説明したように、予測方法にはインター予測とイントラ予測とがあり、符号化済み画像の画素を用いてマクロブロック内の画素を予測する。

【0070】

予測マクロブロックの生成は、ピクチャの符号化タイプにより異なる。ピクチャタイプには、イントラ予測のみが適用可能なI-Picture、イントラ予測とPタイプのインター予測が適用可能なP-Picture、イントラ予測とBタイプのインター予測が適用可能なB-Pictureがある。

【0071】

まず、ピクチャタイプがI-Pictureの場合を説明する。

【0072】

全体管理部10-1の制御部13から送られる制約情報に含まれるピクチャタイプ情報に基づいて空間予測推定部111が起動される。空間予測推定部111では、まず、ブロック分割部101から入力される入力マクロブロックを受け取る。次に、4×4イントラ9種類及び16×16イントラ4種類を合わせた計13種類と、クロマイントラ4種類の組み合わせの全てについて、フレームメモリ110内の符号化済み周囲画素を用いて予測候補マクロブロックを生成する。

【0073】

生成されたそれぞれの予測候補マクロブロックは、入力マクロブロックとの間で差分処理され、差分候補マクロブロックが生成される。この差分候補マクロブロックと制約情報内の量子化パラメータから、予測誤差電力と推定符号量が算出される。算出された推定符号量は、予測誤差電力の換算値に変換され、その変換値と予測誤差電力との和がその予測候

補タイプの評価値となる。各予測候補タイプの評価値は、モード選択部113に入力され、その値が最小となるタイプが予測タイプとして選択される。選択された予測タイプは符号化部30-2に送られ、空間予測部115にて、選択された予測タイプとフレームメモリ110内の符号化済み周囲画素とから予測マクロブロックが生成される。

【0074】

次に、ピクチャタイプがP-Pictureの場合を説明する。

【0075】

全体管理部10-1の制御部13から送られる制約情報に含まれるピクチャタイプ情報に基づいて、空間予測推定部111と動き推定部112とが起動される。空間予測推定部111の処理はI-Pictureの場合と同じであるため説明を省略する。動き推定部111では、ブロック分割部101から入力マクロブロックを受け取った後、2段階のステップで動き推定処理を行う。

【0076】

第1のステップでは、3種類の基本マクロブロックタイプと16種類の拡張マクロブロックタイプ（8×8ブロック毎に選択される4種類のサブブロックタイプの組み合わせ）について、最適な参照ピクチャと動きベクトルの組を選定する。具体的には、マクロブロック内の各分割ブロックについて、参照ピクチャ毎に設定される探索範囲をすべて探索し、探索評価値が最小となる参照ピクチャと動きベクトルの組を検出する。この探索には輝度信号成分のみを用い、輝度成分ブロック内の予測誤差信号の絶対値和、動きベクトル、参照ピクチャの推定符号量、の各関数によって探索評価値を算出する。

【0077】

第2のステップでは、19種類のマクロブロックタイプについて、選定された参照ピクチャと動きベクトルを用いて予測候補マクロブロック（色差信号成分も含む）を生成し、その評価値を算出する。各予測候補マクロブロックは、入力マクロブロックとの間で差分処理され、差分候補マクロブロックが生成される。この差分候補マクロブロックと制約情報内の量子化パラメータから予測誤差電力と推定誤差符号量が算出される。

【0078】

算出された推定誤差符号量は動きベクトルと参照ピクチャ番号の推定符号量とを加算した後、予測誤差電力の換算値に変換され、その変換値と平均予測誤差電力の和がその予測候補マクロブロックタイプの評価値となる。得られた各予測候補マクロブロックタイプの評価値は、モード選択部113に入力される。モード選択部113では、空間予測推定部111と動き推定部112とから受け取った複数の評価値からその値が最小となる予測タイプを選択する。選択された予測タイプは符号化部30-2に送られる。

【0079】

符号化部30-2では、スイッチ114は、選択された予測タイプに従って、予測情報（予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ番号）を空間予測部115又は動き補償部116に対して出力する。空間予測部115又は動き補償部116は、選択された予測タイプと、フレームメモリ110内の符号化済み周囲画素や参照ピクチャから予測マクロブロックを生成する。

【0080】

ピクチャタイプがB-Pictureの場合も、基本的な処理手順はP-Pictureの場合と同じである。ただし、第1のステップの動き推定処理では、最適な参照ピクチャと動きベクトルとの組ではなく、最適な参照ピクチャと、動きベクトルと、予測の種類（リスト1/リスト2/bi-predictive）の組を検出する。また、第2のステップの動き推定処理では、Direct予測も予測タイプの候補に加える必要がある。

【0081】

以上の予測マクロブロックの生成に必要なデータ（予測タイプ、動きベクトル、参照フレーム番号）は、符号化部30-2のVLC部106にて量子化DCT係数と共に符号化される。この動きベクトルの符号化方法について説明する。動きベクトルは、検出した動きベクトルそのものではなく周囲のブロックの動きベクトルから求められる予測動きベクトル

ルとの差分値を符号化する。

【0082】

図6に、前述した動き補償ブロックタイプ(図27)を用いて、予測動きベクトルの生成方法を示す。図27のタイプ1(51)のブロック51-0、サブブロックタイプの各ブロックは同じ予測方法を用いる。ここで、動きベクトルを符号化する対象の小ブロックを50と仮定する。これらの小ブロックでは、動きベクトルの水平・垂直成分それぞれについて、隣接位置A、B、Cに位置する3ブロックの動きベクトルを候補としてその中間値を計算し、中間値の動きベクトルを予測動きベクトルとする。ただし、符号化順序やマクロブロック位置との関係で位置Cのブロックの符号化処理がされていない場合や、位置Cのブロックが画像の外に位置する場合が考えられる。この場合には、位置Cの代わりに位置Dに位置するブロックの動きベクトルを候補動きベクトルの1つとして用いる。

【0083】

なお、位置A、B、C、Dのブロックが動きベクトルを持たない場合には、その動きベクトルを「0」ベクトルとして予測処理を行う。この際、3個の候補ブロックのうち2個が動きベクトルを持たない場合には、残りの1つの候補動きベクトルを予測動きベクトルとする。タイプ2(52)の2個の小ブロック(52-0、52-1)、タイプ3(53)の2個の小ブロック(53-0、53-1)については、図6に示す矢印の付け根に位置するブロックの動きベクトルを予測値とする。なお、いずれのモードにおいても、色差成分用の動きベクトルは符号化せず、輝度成分の動きベクトルを2で割って使用する。

【0084】

なお、差分候補マクロブロックの推定符号量の算出方法としては、空間予測推定部111と動き推定部112にDCT部と量子化部との機能を組み込み、実際の符号量を算出する方法が画質面では最も処理の効果が高いと考えられる。

【0085】

また、推定符号量算出の際の量子化パラメータと推定符号量は、実際の量子化及び符号化時の値と同じである必要はないため、演算時間を考慮し予測候補マクロブロックの性質などから統計的に推測する方法も有効である。また、差分動きベクトルの符号量については、先に説明したように実際の符号化時と一致する必要はない。従って、周囲ブロックの動きベクトルが未だ定まっていない場合には、推定の予測動きベクトルを用いて、差分動きベクトルの符号量を推定してもよい。

【0086】

さらに、制約情報に選択を禁止する予測候補タイプを加えることによって、モード選択に制限を加えることが可能である。これらの情報は、製品仕様や運用規定などの制限から動きベクトルの数などに制限を加えたい場合や、画像領域の特徴に応じて強制的にイントラ予測を適用したい場合などに有効である。

【0087】

また、符号量を誤差電力に換算する際のパラメータの値を制約情報に含めることによって、評価値の算出における予測誤差電力と符号量の関係を変更することが可能である。この情報により、画像の特徴を考慮したモード選択処理を実施したい場合に有効であり、さらに、探索範囲を画像の特徴に応じて変更することや、探索範囲の中心点を制約情報にて指定することも再生画質の向上及び演算量の削減に有効である。

【0088】

モード選択部113では、マクロブロック毎に動き推定部112と空間予測推定部111から入力された予測候補タイプの評価値とを比較し、最小の値をもつ予測候補タイプを選択する。選択された予測タイプに関するモード選択情報(予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ番号、推定符号量、仮量子化パラメータなど)は、データコード部24にて符号化され、モード選択データとして全体管理部10-1に出力される。このように、データコード部24から、符号化されたモード選択データが出力されることによってモード選択データ出力部が構成されている。

【0089】

なお、仮量子化パラメータは、1つのモード選択用計算リソースにおける推定符号量の加算値と目標符号量との関係から、モード選択処理部20において修正を加えることも有効である。

【0090】

また、符号化時とモード選択時の処理パラメータは近い値であるほど予測性能は高いという観点から、動き探索とモード選択処理を2度に分けて行う方法も有効と言える。例えば、一度中間結果を全体管理処理部に集め、全体のバランスをとった上で、予測パラメータ（特に、量子化パラメータ）を微修正し、最終的な動き探索やモード選択処理を行う。モード選択情報の圧縮方法は、例えば、AVCに定義されている可変長符号表を適用した可変長符号化などを用いる。

10

【0091】

次に、第1の実施の形態の全体管理部10-1の処理を図7のフローチャートを参照して説明する。

【0092】

まず、全体管理部10-1は、初期設定として、

- 1) 各計算リソースの処理分担設定と処理分担の通知
- 2) ピクチャヘッダ及びスライスヘッダ情報の設定と符号化
- 3) 入力画像の分割及び各モード選択処理部20へ割当
- 4) 予測パラメータの設定

の4つの処理をピクチャ毎に実行する（処理301）。

20

【0093】

予測パラメータには、量子化パラメータと制約情報（ピクチャタイプ、ピクチャヘッダ、スライスヘッダ、割り当て領域、探索範囲、選択を禁止する予測候補タイプ、符号量を誤差電力に換算する際のパラメータ、目標符号量等）が含まれており、各画像領域の特徴などを考慮してピクチャ毎に更新する。なお、先頭ピクチャでは符号化パラメータにはシーケンスヘッダも含まれる。

【0094】

次に、分割した入力画像の可逆符号化処理及び予測パラメータの符号化処理を実行する（処理302）。これらの処理によって生成される符号化データは全体管理部10-1の所定の場所（例えば、データメモリ部12）に保存される。

30

【0095】

次に、可逆符号化した分割入力画像データと符号化した予測パラメータデータとの接続サイトの情報（例えば、アドレスなどデータ保存場所の情報）を各モード選択処理部20（各モード選択用計算リソース）に通知する（処理303）。なお、各データはリアルタイムで各計算リソースに送信することも可能だが、各計算リソースによって処理時間が異なるので、本実施の形態ではデータの格納場所を通知し、各計算リソース側のタイミングでデータを取得する。

【0096】

なお、モード選択処理部20が処理を実行している間は、全体管理部10-1の処理量は減少するので他の処理を実行することが可能である。例えば、全体管理部10-1がモード選択処理の機能（可逆復号部、データ復号部、モード選択部、データ符号化部等）を備え、一部の画像領域のモード選択処理を受け持つようにしてもよい（処理304）。

40

【0097】

そして、各モード選択処理部20の処理が完了し、モード選択処理部20の計算リソースからモード選択データの接続サイトの情報を受信し、モード選択データを取得する。取得したモード選択データは、各マクロブロックのモード選択情報に復号する（処理305）。このモード選択情報には、予測タイプ、動きベクトル、参照フレーム番号、量子化パラメータ、推定符号量が含まれる。

【0098】

次に、各マクロブロックの符号化パラメータを設定すると共に、入力画像の可逆符号化と

50

符号化パラメータの符号化を実行する（処理306）。符号化パラメータには、量子化パラメータ、予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ、制約情報（ピクチャタイプ、ピクチャヘッダ、スライスヘッダ、量子化器の設計パラメータ）が含まれており、量子化パラメータは、目標ビットレートや画像アクティビティなどを考慮して、ピクチャ毎に変更する。先頭ピクチャでは符号化パラメータにはシーケンスヘッダも含まれる。

【0099】

符号化した入力画像データと符号化パラメータデータとへの接続サイトは、符号化部30-2に通知される（処理307）。

【0100】

そして、符号化部30-2における処理が完了すると、符号化部30-2から通知を受け10
た現ピクチャの符号化データへの接続サイトの情報を受信して、符号化データを取得する（処理308）。

【0101】

この取得した符号化データへの接続サイトは、各モード選択処理部に通知される（処理309）。そして、現ピクチャの符号化データは、シーケンス全体の符号化データに合成される（処理310）。

【0102】

次に、モード選択処理部20の処理の図8のフローチャートを参照して説明する。

【0103】

まず、図7の処理303によって通知された入力データである分割入力画像データと予測20
パラメータデータとへの接続サイト情報を受信し、各データを取得する（処理401）。

【0104】

次に、取得した分割入力画像データと予測パラメータデータを復号し、分割入力画像と予測パラメータを得て、それぞれをマクロブロック単位に分割する（処理402）。

【0105】

次に、動き推定処理、空間予測推定処理を実行し、各候補予測タイプの評価値を算出する（処理403）。

【0106】

そして、これらのデータと参照ピクチャ（例えば、フレームメモリ110に保存されている）とを用いて、分割領域内のマクロブロックの予測タイプを選択する（処理404）。30

【0107】

次に、選択した予測タイプに基づいて各マクロブロックのモード選択情報を生成し、それらを符号化してモード選択データを生成する（処理405）。このモード選択データはモード選択処理部20の所定の場所（例えば、フレームメモリ110）に保存される。

【0108】

そして、保存されたモード選択データへの接続サイト情報を全体管理部10-1に通知する（処理406）。

【0109】

その後、図7の処理309によって通知された全体管理部10-1から符号化データの接続サイト情報を受信し、符号化データを取得する（処理407）。40

【0110】

取得した符号化データは、復号され（例えば、データ復号部22）、次のピクチャの符号化処理のために、参照ピクチャと参照情報とを特定の場所（例えば、フレームメモリ110）に保存する（処理408）。

【0111】

なお、処理403及び処理404については、全体管理部10-1からのフィードバックによって受け取った量子化パラメータを変更して再び処理を行ってもよい。このフィードバック時は、動き探索を行わず推定符号量のみを算出することで演算量が削減できる。また、処理403及び処理404については、途中結果を1度全体管理部10-1に通知し、予測パラメータの微修正を行った後、最終的な予測タイプを決定するような2パス構造50

としてもよい。このように、本発明の実施の形態は様々な画質向上アルゴリズムに適用することができる。

【0112】

次に、符号化部30-2の処理の流れを図9のフローチャートを参照して説明する。

【0113】

まず、全体管理部10-1から、符号化パラメータデータ及び入力画像データへの接続サイト情報を受信し、各データを取得する(処理501)。

【0114】

次に、符号化パラメータデータを符号化パラメータに復号し、入力画像データを入力画像に復号する(処理502)。

【0115】

そして、復号した各マクロブロックの符号化パラメータに基づいて、符号化処理を実行する。このとき同時に局部復号処理を実行し、参照ピクチャと参照情報を保存する(処理503)。

【0116】

最後に符号化データへの接続サイト情報を全体管理部10-1に通知する(処理504)。

【0117】

次に、第1の実施の形態の計算リソースの態様について説明する。

【0118】

図10は、図1に示す動画符号化装置の計算リソースをマルチコアプロセッサによって構成した例である。

【0119】

マルチコアプロセッサとは、1つの計算装置内に複数の内部メモリを持つプロセッサを有しており、各プロセッサに計算リソースを割り当てるものである。具体的には、マルチコアプロセッサは、内部情報をプログラムや命令により制御可能なメモリとしてバスに接続されている外部メモリ810、制御処理を行う計算リソースとしてのプロセッサ(820a、820b、820c、820d)及び各プロセッサに含まれている内部メモリ(821a、821b、821c、821d)によって構成されている。

【0120】

そして、プロセッサ820aを全体管理部に割り当て、820bと820cをモード選択処理部に割り当て、820dを符号化部に割り当て、各プロセッサで処理を分担する。特に、マルチコアプロセッサでは、複数の計算リソースが各々所有する必要のある共有データ(参照ピクチャ、参照情報、符号化データ)を外部的メモリに格納するようにプログラムを設計することで、共有データの生成処理を1個のプロセッサのみに限定できるという特徴がある。なお、本構成では、計算リソースの種別に関わらず、ピクチャ単位で計算リソースの分担を入れ替えることも可能である。

【0121】

図11は、図1に示す動画符号化装置の計算リソースをネットワークに接続された複数のコンピュータによって構成した例である。コンピュータ81aを全体管理部に割り当て、81bと81cをモード選択処理部に割り当て、81dを符号化部にそれぞれ割り当てる。これらの計算リソース(コンピュータ)はネットワーク80によって接続され、互いに通信を行っている。

【0122】

図12は、図1に示す動画符号化装置を、このプログラムパッケージを用いて構成した例である。

【0123】

プログラムパッケージは、各計算リソースにあらかじめプログラムをインストールしておく方法、特定の計算リソースにプログラムをインストールし、プログラムから他の計算リソースに必要なモジュールのみを分配するという方法を用いる。

【0124】

まず、プロセッサ822aにプログラムパッケージをインストールする。プロセッサ822aはプログラムパッケージ内の初期化処理に従って、処理を実行するプログラムである実行モジュール（全体管理部、モード選択処理部、符号化部）を外部メモリに保存する。その後プロセッサ822aは、自らが全体管理部となり、モジュール1を内部メモリ823aに取り込み実行する。次に、822aは、他のプロセッサへの処理分担に従って、外部メモリから各プロセッサに必要なモジュールを提供する。モジュールを提供されたプロセッサ822b～822cにおいてモジュールを実行する。

【0125】

また、図11のようにネットワークを介してコンピュータが接続されている場合には、プログラムパッケージがインストールされたコンピュータが初期化処理を行い、他のコンピュータに必要なモジュール（又は、全てのモジュール）を提供する。よって、各計算リソースに予めプログラムをインストールする必要はなく、必要に応じて処理が適宜行われる。

【0126】

以上説明したように、第1の実施の形態の動画符号化装置では、システムを管理する全体処理部10-1、予測モードの選択処理を行う複数のモード選択処理部（20a、20b、20c…）、データの符号化処理を行う符号化部30-2を備えたので、多くの演算時間を必要とする予測モードの選択処理を並列して実行することができ、動画像の符号化処理を効率よく行うことができる。さらに、各計算リソース間のデータの授受の際にデータを符号化して送るので、ネットワークやバスを効率よく使用でき、システム全体の処理効率を高めることができる。

【0127】

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。

【0128】

図13は、第2の実施の形態の動画符号化装置の構成を示すブロック図である。

【0129】

第2の実施の形態は、第1の実施の形態と比較すると、各計算リソースの処理の分担が異なる。具体的には、全体管理部10-2の内部に符号化部18が備えられ、1つの計算リソースで全体処理と符号化処理を行う。また、第1の実施の形態では、全体管理部10-1では、入力画像を可逆圧縮して符号化部30-2に出力していたが、全体管理部10-2では、入力画像は可逆圧縮せずに符号化部30-1に入力される。符号化部30-1では生成した符号化データをデータメモリ12に保存する。なお、第1の実施の形態と同一の作用を行う構成には同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0130】

次に、第2の実施の形態の符号化部30-1の構成を図14のブロック図を参照して説明する。

【0131】

符号化部30-1には、入力画像と符号化パラメータが圧縮されずに入力される。そのため、前述した第1の実施の形態の符号化部30-2（図3）と比較して、可逆復号部33に代わってブロック分割部101が設けられ、データ復号部32に代わってデータ分割部31が設けられている。

【0132】

ブロック分割部101に入力された入力画像はマクロブロックに分割され、符号化順に差分処理部103に出力される。データ分割部31に入力された符号化パラメータは、入力された符号化パラメータのうち、量子化パラメータと量子化器の設計パラメータを量子化部105に、ピクチャタイプ、予測タイプ、参照ピクチャ番号、動きベクトルをスイッチャ114に振り分ける。以降の処理は前述した第1の実施の形態の符号化部30-2（図3）の処理と同様であるので説明を省略する。

【0133】

次に、第2の実施の形態の全体管理部10-2の処理の図15のフローチャートを参照して説明する。なお、前述した図7と同じ番号の処理については説明を省略する。

【0134】

処理311では、処理305におけるモード選択データ復号後、各マクロブロックの符号化パラメータ設定と共に、その符号化パラメータに従って符号化処理を実行し、符号化データを生成する。同時に局部復号処理を実施し、参照ピクチャと参照情報を特定の場所（例えば、データメモリ12）に保存する。

【0135】

なお、第2の実施の形態の動画符号化装置を、マルチコアプロセッサによって構成する場合は（図10参照）、符号化部30-1のフレームメモリのデータを外部メモリ810に保存するようにプログラムを設計しておけば、各モード選択処理部における局部復号処理を省略することができる。しかし、外部メモリ810のアクセス速度は内部メモリ821のアクセス速度よりも遅いため、それらの使い分けには注意が必要である。

【0136】

また、図11に示すようにネットワークに接続された複数のコンピュータによって構成する場合は、コンピュータ81aを全体管理部に割り当て、81bと81cをモード選択処理部に割り当て、81dを符号化部にそれぞれ割り当てる。

【0137】

なお、前述した構成では、計算リソースの種別に関わらず、ピクチャ単位で計算リソースの分担を入れ替えることも可能である。

【0138】

以上説明したように、第2の実施の形態の動画符号化装置では、第1の実施の形態の効果に加え、比較的処理の負荷の小さい全体処理部の計算リソースに符号化部30-1を取り込むことで、ネットワークやバスの帯域制限等を軽減し動画符号化装置全体の処理効率を上げることができる。

【0139】

次に、第3の実施の形態について説明する。

【0140】

第1の実施の形態及び第2の実施の形態では、計算リソース間のデータ交換をスムーズに行うために、交換データを圧縮（符号化）してからネットワーク又はバスに送るように構成している。しかし、計算リソース間のネットワーク又はバスの帯域幅が十分広い場合にはデータを圧縮せずにデータ交換を行った方が符号化、復号化をする必要がなくなるので全体として高速に処理することができる。

【0141】

そのため、前述した第1の実施の形態の動画符号化装置（図1）又は第2の実施の形態の動画符号化装置（図13）と比較して、全体管理部10-1に代わって全体管理部10-3（図16）が設けられ、モード選択処理部20-2（図4）に代わってモード選択処理部20-1（図17）が設けられている。

【0142】

いずれの計算リソースも可逆符号化部（図1の16）、データコード部（図1の24）、可逆復号部（図1の23）を持たない。なお、この交換データの符号化、復号化以外の処理は前述した第1の実施の形態及び第2の実施の形態と同様のため、説明は省略する。

【0143】

以上説明したように、第3の実施の形態では、第1又は第2の実施の形態の効果に加え、計算リソース間のネットワーク又はバスの帯域幅が十分広い場合に、交換データを圧縮（符号化）することなくデータ交換を行うので、符号化、復号化の処理をする必要がなくなり、システム全体として高速に処理することができる。

【0144】

次に、本発明の第4の実施の形態として、移動通信端末（例えば、携帯電話機）を用いて符号化処理を実施する場合について説明する。

【0145】

この第4の実施の形態として、1台の携帯電話機でマルチコアプロセッサによってシステムを構成する場合と、複数の携帯電話機を利用して動画符号化装置を構成する場合の2つの形態をとることができる。

【0146】

まず、前者の1台の携帯電話を使用してマルチコアプロセッサを行う場合について説明する。携帯電話では消費電力の問題からバス速度を遅くする（回線帯域を小さくする）よう構成されている。そのため、データをやり取りする回数をなるべく抑え、処理速度の低減を抑える必要がある。そこで、複数の演算リソースにて並列化する処理を限定するように構成することでデータのアクセスを抑制する。例えば、全体の処理の中で最も多くの演算時間を要する動き探索のみを複数のプロセッサによって分散処理を行い、空間予測推定処理とモード選択処理は全体管理部にて実行するとよい。

【0147】

複数の参照ピクチャを動き検索の候補とする符号化方式では、各演算リソースに入力画像の部分領域ではなく1枚の参照ピクチャのモード選択処理又は動き探索処理を割り当てる方法が有効である。この場合、内部メモリの効率的な利用とモード選択用の演算リソースにおける局部復号処理量を削減することができる。

【0148】

仮に現在の入力画像を第4ピクチャ、候補参照ピクチャを3枚、モード選択処理用のプロセッサを3個とする。このとき、第1ピクチャの符号化データは第1のプロセッサのみで局部復号し、第2ピクチャの符号化データは第2のプロセッサのみで局部復号し、第3ピクチャの符号化データは第3のプロセッサのみで局部復号する。第4ピクチャの入力画像は外部メモリに置き、マクロブロック毎に各プロセッサに配給する。第4ピクチャの動き検索処理又はモード選択処理の際には、第1～第3プロセッサにそれぞれ第1～第3ピクチャを参照ピクチャとして割り当てる。各参照ピクチャに対する選択モード情報を受信した全体管理部は、各マクロブロックについて、最終的な予測タイプ選択と参照ピクチャを選択し、最終的に選択した参照ピクチャが保存されているプロセッサに予測マクロブロック又は差分マクロブロックを要求する。

【0149】

なお、選択モード情報の中に予測マクロブロックあるいは差分マクロブロックを予め含めておいてもよい。また、1個のプロセッサが担当する参照ピクチャは1枚に限定されず、空間予測推定処理については、1個のプロセッサが受け持っても、複数のプロセッサに処理を分担させてもよい。

【0150】

第4ピクチャの符号化データは第5ピクチャの符号化前に第1のプロセッサのみで局部復号する。この処理を繰り返すことにより、各プロセッサの内部メモリに保存する参照ピクチャを1枚に削減することができる。

【0151】

次に、第4の実施の形態の処理を説明する。

【0152】

なお、前述した第1モード選択処理は参照ピクチャ単位のモード選択、第2モード選択処理はすべての参照ピクチャを対象として、最適な予測タイプ、参照ピクチャ番号、動きベクトル、の組み合わせを選択処理する。

【0153】

図18は、全体管理部の処理を示すフローチャートである。なお、ここでは第2の実施の形態と同様に全体処理部10-2が符号化部30-1を含んでいる構成を例にして説明する。

【0154】

まず、初期設定として、

- 1) ピクチャヘッダ（先頭ピクチャではシーケンスヘッダ）及びスライスヘッダ情報の設

定と符号化

2) 予測パラメータの設定

をピクチャ毎に実行する(処理321)。

【0155】

予測パラメータの設定は、図7の処理301と同様であるが、本実施形態では処理をマクロブロック単位で実行するため、更新のタイミングはマクロブロック単位で実行することもできる。そのため、処理322～処理327まではマクロブロック単位で処理がされる。

【0156】

次に、次の符号化対象入力マクロブロックの可逆符号化及びそのマクロブロックに対する予測パラメータの符号化処理を実行する(処理322)。 10

【0157】

そして、圧縮したマクロブロックデータ及び予測パラメータデータへの接続サイト情報を各モード選択用計算リソースに通知する(処理323)。通知を受けた各モード選択用計算リソースがそれぞれの内部メモリに保存されている参照ピクチャに対して動き推定処理を実行している間に、全体管理部では空間予測推定処理を実行し、各候補空間予測タイプの評価値を計算する。そして、第1モード選択処理として、最適な空間予測タイプを決定する。

【0158】

なお、全体管理用計算リソースが1枚の参照ピクチャに対する動き推定処理を受け持って 20 もよい。

【0159】

各モード選択用計算リソースは、処理が完了するとモード選択データへの接続サイト情報を全体制御部に通知する。通知を受けた全体処理部は、各参照ピクチャに対する第1のモード選択データを取得し、これを復号化し第1モード選択情報(予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ番号、量子化パラメータ、推定符号量、評価値)を得る(処理325)。

【0160】

ここで、全体管理部は、第2のモード選択処理を実施し、入力マクロブロックに対する最終的な予測タイプを決定する。具体的には、各参照ピクチャに対する第1モード選択情報 30 及び空間予測における第1モード選択情報に含まれる評価値を比較して最適な予測タイプを選択する。選択された予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ番号(動きベクトルと参照ピクチャは空間予測タイプが選択された場合には含まれない)を第2モード選択情報として符号化し、第2モード選択データとして、各モード選択用計算リソースに対して接続サイト情報を通知する(処理326)。

【0161】

各モード選択処理部での処理が終了し、差分マクロブロックデータへの接続サイト情報の通知を受信し、差分マクロブロックを受け取り復号する(処理327)。なお、全体管理部が、参照ピクチャの動き予測タイプ又は空間予測タイプを担当した場合には、この処理 327は省略される。 40

【0162】

そして、全体管理部は、すべてのマクロブロックに対して処理322から処理327の処理を実行したのち、各マクロブロックの符号化パラメータ設定と共に、その符号化パラメータに従って符号化処理を実行し、符号化データを生成する。またこれと同時に局部復号処理を実行し、参照ピクチャと参照情報を保存する(処理328)。

【0163】

次に、全体管理部は、処理327で取得した符号化データへの接続サイトをモード選択用計算リソースに通知した後(処理329)、現ピクチャの符号化データをシーケンス全体の符号化データに合成する(処理330)。なお、処理328、処理329、処理330は、第2モード選択情報と差分マクロブロックが得られたマクロブロックから順次実行で 50

きるため、すべてのマクロブロックの処理を待たずに実行することも可能である。この場合、処理 330 のデータ合成には各マクロブロックの符号化データの合成処理も含まれる。

【0164】

次に、図 19 を参照してモード選択処理部の処理を説明する。

【0165】

モード選択処理部の処理は、大きく分けると、マクロブロック単位に実行される処理 421 ~ 処理 427 と、ピクチャ単位で実行される処理 428 ~ 処理 430 とに大別することができる。

【0166】

まず、入力データである入力マクロブロックデータと予測パラメータデータの保存されている接続サイト情報を受信し、各データを取得する (処理 421)。

【0167】

次に、取得した入力マクロブロックデータと予測パラメータデータとをそれぞれ復号し、入力マクロブロックと予測パラメータを得る (処理 422)。

【0168】

次に、内部メモリに保存されている参照ピクチャに対して動き推定処理を実行し、各候補動き予測タイプの評価値を算出する (処理 423)。

【0169】

そして、第 1 モード選択処理として、内部メモリ内の参照ピクチャに対する最適な動き予測タイプを決定する。選択した予測タイプに基づいて第 1 のモード選択情報 (予測タイプ、動きベクトル、参照ピクチャ番号、量子化パラメータ、推定符号量、評価値) を生成し、これをさらに符号化して第 1 モード選択データとする。そして、全体管理部に対して第 1 モード選択データへの接続サイト情報を通知する (処理 424)。

【0170】

その後、モード選択処理部は、全体管理部から通知された接続サイト情報により、第 2 モード選択データを受信し、これを復号する (処理 425)。

【0171】

次に、復号した第 2 モード選択情報の参照ピクチャ番号が内部メモリに保存されている参照ピクチャと一致するか否かを判定する (処理 426)。一致する場合には、第 2 モード選択情報と参照ピクチャを用いて差分マクロブロックを生成し、差分マクロブロックデータに符号化する。差分マクロブロックデータへの接続サイトは、全体管理部に通知される (処理 427)。これらの処理 421 ~ 427 が入力画像内の各マクロブロックに対して実行される。

【0172】

なお、処理 422 ~ 処理 424 は、全体管理部からのフィードバックにより量子化パラメータを更新して再処理してもよい。この際、フィードバック時は動き探索を行わず推定符号量のみを算出すると演算量を削減することができる。また、前述した図 7 の処理と同様に、途中結果を 1 度全体管理部に通知し、予測パラメータの微修正後、最終的な予測タイプを決定する 2 パス構造としてもよい。

【0173】

その後、モード選択処理部では、全体管理部から通知された符号化データの接続サイト情報を受信し、取得する (処理 428)。

【0174】

ここで、取得した内部メモリに保存されている参照ピクチャを更新する順番であり、参照ピクチャを更新することができるかを判定し (処理 429)、更新することができる場合には、通知された接続サイトから符号化データを取得し、これを復号して、保存されている参照ピクチャと入れ替える (処理 430)。

【0175】

なお、前述した説明では、空間予測タイプの評価を全体管理部にて実行しているが、特定

10

20

30

40

50

のモード選択処理部が受け持っても、各モード選択処理部が分散して受け持ってもよい。各計算リソースの処理能力のばらつきが少ない（相違が少ない）場合には分散して受け持つ方が処理上有利である。

【0176】

また、前述した説明では、各モード選択処理部が内部メモリに保有する参照ピクチャを1枚としているが、2枚以上の場合でも本構成は実施可能である。

【0177】

次に、複数の携帯電話機を利用して本発明の動画像符号化装置を構成する場合について説明する。この場合、端末間の通信は、例えばブルートゥースや赤外線通信等、携帯無線網を介さない方法（有線でもよい）を用いることで、ローカル処理が可能になる。

【0178】

図20に、第4の実施の形態において、複数の携帯電話機を利用する実施形態の一例を示す。この端末901～端末904には、それぞれ、所有者からの入力を受け付ける入力部910（910-1、910-2、910-3、910-4）を備えている。

【0179】

例えば端末901が全体管理部として、携帯電話機に付属するカメラによって映像を撮影し、端末902～端末904にモード選択処理を実行させるように構成する。各端末は、処理過程にて符号化データを入手するため、処理分担に関わらず撮影映像を得ることができ。なお、分散符号化処理中の端末にかかる演算負荷は、通話等の携帯電話の通常の処理に影響を及ぼす可能性がある。そこで、本発明の分散符号化を適用するための携帯電話の機能として、処理開始時、処理終了時、通話着信時のそれぞれの動作を決めるため、以下のような機能を追加する。

【0180】

まず、全体管理端末（端末901）から複数の携帯電話に計算リソースの割り当て（リソース貸与）の要求を通知する。この要求の通知手段としては、通話、電子メール、赤外線通信、ケーブル接続による同期信号の発生等を用いる。要求を受けた端末（端末902～904）は要求情報を画面に表示し、所有者に対してリソース貸与の入力部910を介しての可否入力を促す。この際、リソース貸与時動作の選択肢として、

1) 位置確認のための電波送受信のみをオフし（携帯無線回線との切り離し）ローカル処理のみを可能とするモード

2) 着信時に電話を取ると、全体管理端末にリソース貸与をやめることを通知するモード

3) リソース貸与のまま通話するモード

4) 通話着信時に選択を促すモード

等を用意しておき、ユーザの好みによってリソース貸与の条件を決めることが可能となる。

【0181】

符号化終了時には、全体管理端末からリソースを貸与した携帯電話機に処理の終了が通知される。終了通知を受けた端末は、通常モードに戻ると共に、処理終了の通知を画面に表示する。この際、撮影した符号化データに関する情報も通知する。

【0182】

以上のような構成によって、映像の高画質録画かつ複数の携帯電話機での同時録画が可能となる。

【0183】

上記のように構成された第4の実施の形態では、携帯電話機を複数の計算リソース（1台の携帯電話機をマルチコアプロセッサによって処理を分割する、又は複数の携帯電話機）に分け、各々について、全体処理部、モード選択処理部、符号化部に割り当てることで、第1ないし第3の実施の形態同様、動画像の符号化を効率よく行うことができる。

【0184】

なお、以上説明した本発明の実施の形態では、符号化方式はAVCに限定されず、予測モードの選択と予測誤差情報の符号化方式にはさまざまな符号化方式を適用することができ

る。

【0185】

また、第1及び第2の実施の形態では、入力画像または入力マクロブロックに可逆符号化を適応しているがこれに限定されず、非可逆の符号化方法でもよい。特に、符号化レートが低い場合や演算速度の遅いシステムに本構成を導入する場合には、非可逆方式によりバスの混雑をさらに緩和することができる。

【0186】

【発明の効果】

本発明により、多くの候補予測タイプを持つ符号化方式においても、高画質な圧縮映像データをリーズナブルな時間で作成することが可能となる。

10

【0187】

また、多くの演算時間の要する予測モード選択処理に、画像の特徴変化に応じた効率的な並列分散処理を適用することが可能となる。例えば、局所的に動き推定時の探索範囲を変える場合にも、マクロブロック間の演算量の差を考慮した処理分担を行うことが可能となる。

【0188】

さらに、バスを混雑させることなく予測に使用する参照ピクチャや参照情報（動きベクトルなど）を複数の計算リソースにて共有することが可能となる。その結果、各計算リソースの画像処理領域をピクチャ単位で変動させることが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態の動画符号化装置のブロック図である。

【図2】 本発明における入力画像分割の説明図である。

【図3】 本発明の第1の実施の形態の符号化部のブロック図である。

【図4】 本発明の第1の実施の形態のモード選択処理部のブロック図である。

【図5】 本発明の第1の実施の形態のデータ復号部のブロック図である。

【図6】 予測動きベクトルの生成の説明図である。

【図7】 本発明の第1の実施の形態の全体管理部の処理のフローチャートである。

【図8】 本発明の第1の実施の形態のモード選択処理部の処理のフローチャートである。

【図9】 本発明の第1の実施の形態の符号化部の処理のフローチャートである。

30

【図10】 本発明の第1の実施の形態の計算リソースの構成例の説明図である。

【図11】 本発明の第1の実施の形態の計算リソースの別な構成例の説明図である。

【図12】 本発明の第1の実施の形態の計算リソースの別な構成例の説明図である。

【図13】 本発明の第2の実施の形態の動画符号化装置のブロック図である。

【図14】 本発明の第2の実施の形態の符号化部のブロック図である。

【図15】 本発明の第2の実施の形態の全体管理部の処理のフローチャートである。

【図16】 本発明の第3の実施の形態の全体管理部の処理のフローチャートである。

【図17】 本発明の第3の実施の形態のモード選択処理部の処理のフローチャートである。

【図18】 本発明の第4の実施の形態の全体管理部の処理のフローチャートである。

【図19】 本発明の第4の実施の形態のモード選択処理部の処理のフローチャートである。

40

【図20】 本発明の第4の実施の形態の計算リソースの構成例の説明図である。

【図21】 マクロブロック分割の説明図である。

【図22】 マクロブロック構成の説明図である。

【図23】 従来の動画符号化装置のブロック図である。

【図24】 DCT変換におけるブロックの説明図である。

【図25】 4×4イントラ予測に用いる符号化済み隣接画素の説明図である。

【図26】 動き補償の原理の説明図である。

【図27】 動き補償のブロック単位の説明図である。

50

【符号の説明】

10-1、10-2、10-3 全体管理部

11 分割部

12 データメモリ

13 制御部

14 可逆符号化部

15 命令コード部

16 可逆符号化部

17 モード選択データ復号部

20 a、20 b、20 c、20-1、20-2、21 モード選択処理部

10

22 データ復号部

23 可逆復号部

24 データコード部

25 ブロック分割

26 予測データ符号部

30-1、30-2 符号化部

32 データ復号部

33 可逆復号部

101 ブロック分割

102 制御部

20

103 差分処理部

104 DCT部

105 量子化部

106 VLC部

107 逆符号化部

108 逆DCT部

109 加算処理部

110 フレームメモリ

111 空間予測推定部

112 動き推定部

30

113 モード選択部

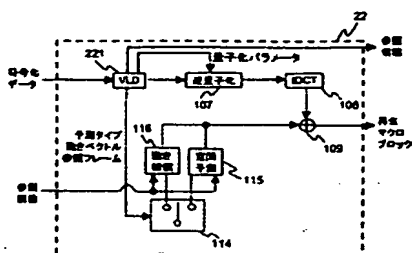
114 スイッチャ

115 空間予測部

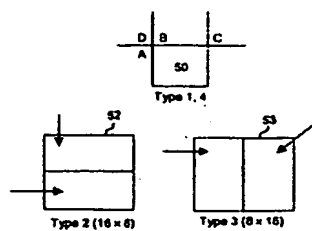
116 動き補償部

221 VLD部

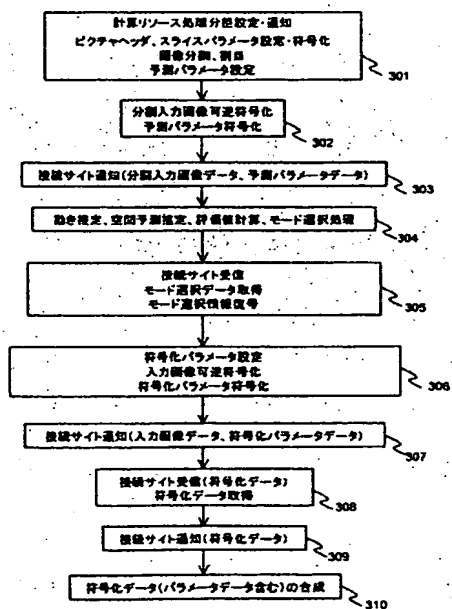
【図 5】



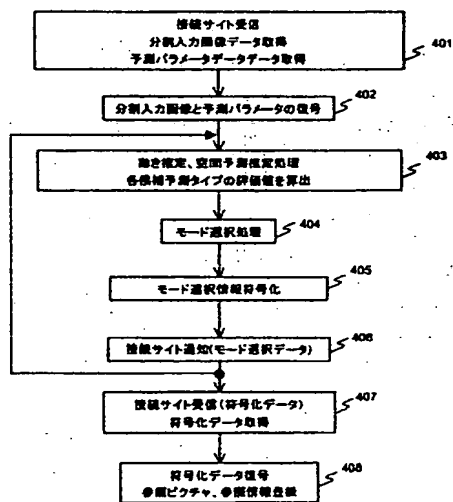
【図 6】



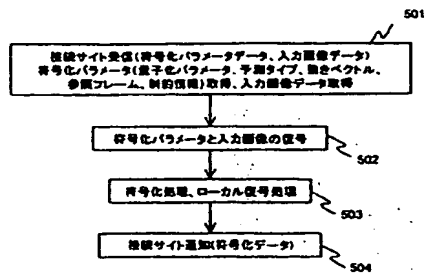
【图7】



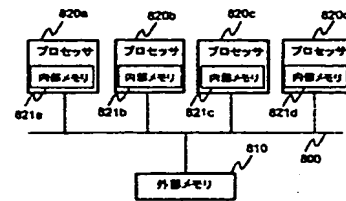
【图 8】



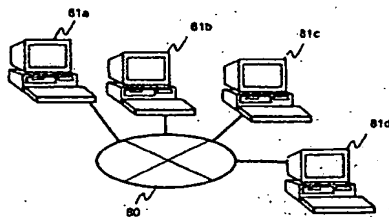
【図 9】



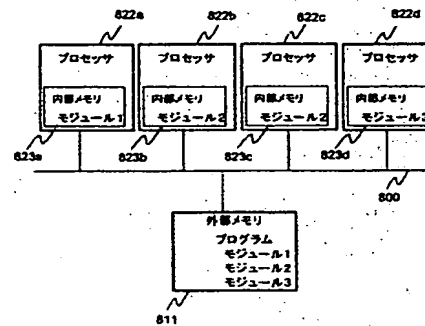
【図 10】



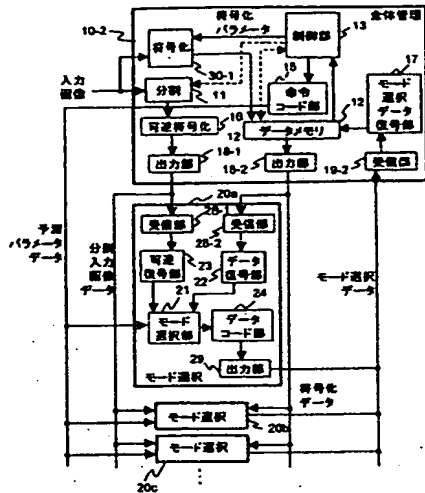
【図 11】



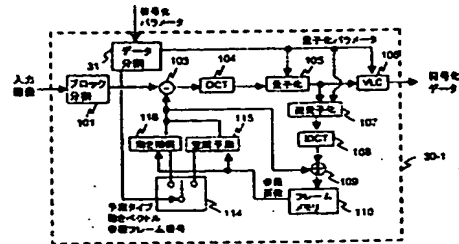
【図 12】



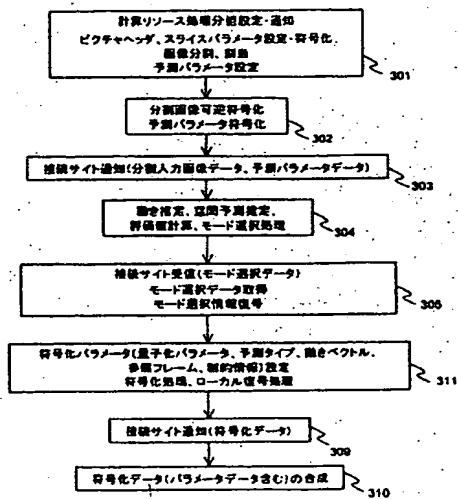
【図 13】



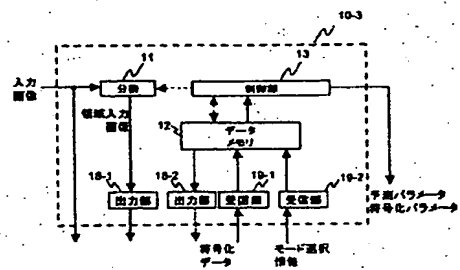
【図 14】



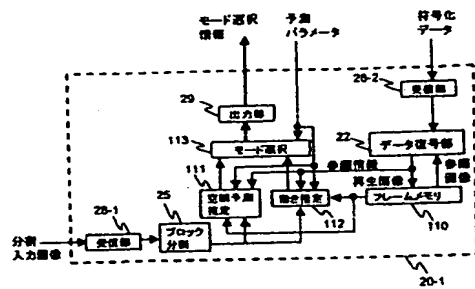
【図 15】



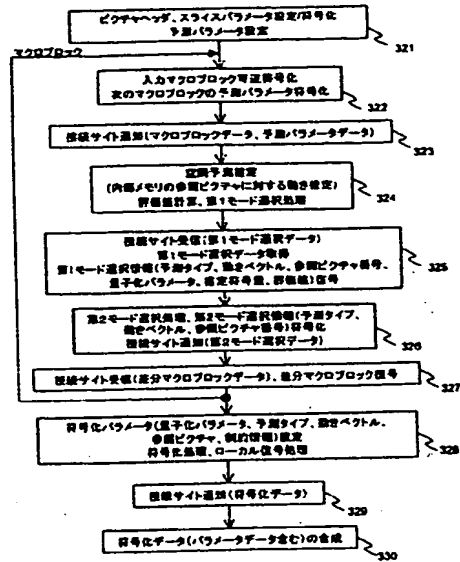
【図 16】



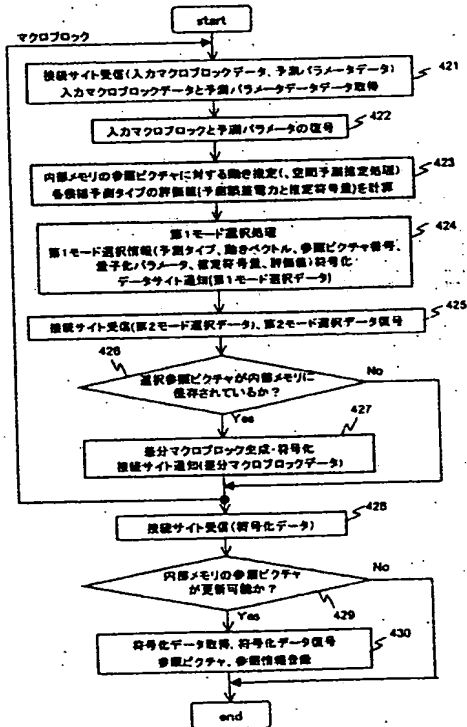
【図 17】



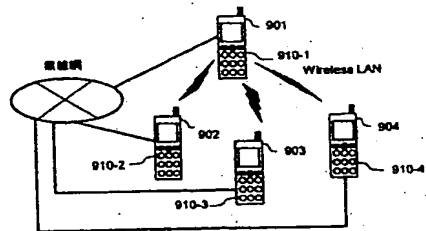
【図 18】



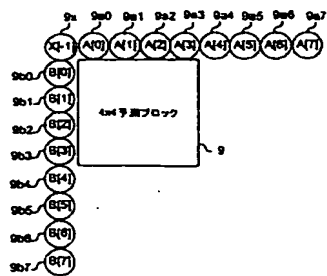
【図 1・9】



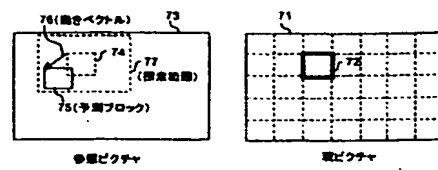
【図 20】



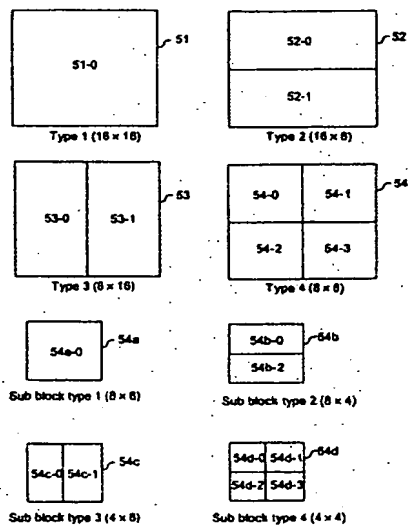
【図 25】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

(72)発明者 山口 宗明

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) SC059 KC13 MA01 MA23 MA45 MC11 ME01 PP05 PP06 PP07 TA22

TA46 TB08 TC04 TC12 TC24 TC38 TD05 UA02 UA05 UA33

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.